

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Навчально науковий інститут високих технологій

Кафедра молекулярної біотехнології та біоінформатики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні аспекти створення та практичного застосування біосенсорів

(повна назва дисципліни)

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки <i>(шифр і назва)</i>
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали <i>(шифр і назва спеціальності)</i>
освітній рівень	магістр <i>(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)</i>
освітня програма	Високі технології (прикладна фізика та наноматеріали) <i>(назва освітньої програми)</i>
вид дисципліни	<u>вибіркова</u>

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	3.0
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Солдаткін Олексій Петрович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробники:

Солдаткін Олексій Петрович, професор, кафедра молекулярної біотехнології та біоінформатики

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри молекулярної біотехнології та біоінформатики


(підпис)

(Нипорко О.Ю.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 5 від « 19 » 04 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від « 13 » 05 2022 року № 4

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Русінчук Н.М.)
(прізвище та ініціали)

« 13 » 05 2022 року

ВСТУП

1. Мета дисципліни „Сучасні аспекти створення та практичного застосування біосенсорів” – ознайомлення студентів з сучасними аспектами розробки та створення біосенсорів різного типу та їх практичного застосування. Курс „Сучасні аспекти створення та практичного застосування біосенсорів” є важливою складовою підвищення фундаментальної підготовки та вдосконалення їх умінь на старших курсах.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

1. Знати основні поняття та термінологію з біології, хімії, фізики.
2. Володіти елементарними навичками роботи з хімічними та біологічними об'єктами та фізичними приладами.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Предметом навчальної дисципліни „Сучасні аспекти створення та практичного застосування біосенсорів” є фізико-хімічні основи біосенсорики та сучасні дослідження в галузі розробки та створення біоаналітичних пристроїв на основі фізичних перетворювачів різного типу (електрохімічних, оптичних, калориметричних та тощо) та різноманітних біологічно селективних матеріалів (ферменти, компоненти імунохімічної реакції, нуклеїнові кислоти, біоміметики тощо).

В курсі детально розглядаються сучасні електрохімічні та інші фізичні перетворювачі біологічного сигналу в електричний, класифікація фізичних перетворювачів та біоселективних елементів, методи створення біоселективних елементів (варіанти іммобілізації біоселективних компонентів); сучасні технології створення приладів біомолекулярної електроніки та сенсорних масивів та їхні комерційні варіанти.

4. Завдання (навчальні цілі):

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти (восьмий рівень НРК України), галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія») дисципліна забезпечує набуття студентами таких компетентностей:

інтегральної:

здатність самостійно ставити та розв'язувати на інноваційному рівні наукові та науково-технічні задачі проблеми у галузі прикладної фізики, нанофізики, наноматеріалознавства та високих технологій, пов'язані із виготовленням, аналізом властивостей, використанням наноматеріалів, проектування та виготовлення наносенсорних систем, що передбачає застосування теоретичних знань та навичок з фізики, математики, інженерії, програмування, вибраних розділів хімії та біології.

загальних:

ЗК03. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

ЗК07. Здатність працювати в команді.

ЗК08. Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК10. Навики здійснення безпечної діяльності.

ЗК11. Здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним.

ЗК13. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог.

ЗК14. Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, а також знання та пояснення, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.

ЗК15. Здатність до прийняття рішень у складних і непередбачуваних умовах, що потребує застосування нових підходів та прогнозування.

ЗК19. Здатність нести відповідальність за розвиток професійного знання і практик, оцінку стратегічного розвитку команди

спеціальних (фахових, предметних):

ФК2. Здатність оптимально визначити матеріальні засоби, необхідні для проведення наукового дослідження або науково-технічної розробки (матеріали, апаратура, обладнання, обчислювальна техніка та інше).

ФК3. Здатність аналізувати отримані результати, презентувати їх фахівцям у даній галузі, оформлювати наукові статті та науково-технічні звіти.

ФК5. Здатність використовувати прикладне програмне забезпечення у проектуванні електронної техніки.

ФК6. Здатність встановлювати області застосування виробів електронної техніки

ФК7. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, критичного осмислення проблем у професійній діяльності та на межі предметних галузей.

ФК8. Знання основних типів наноматеріалів, їх фізичних властивостей та процесів, що протікають в нанорозмірних структурах, розуміння фізичних принципів роботи наноелектронних приладів та їх використання

ФК9. Здатність відслідковувати найновіші досягнення в області прикладної фізики та високих технологій, вивчаючи наукову літературу та взаємодіючи з колегами.

ФК10. Здатність відповідно до поставленої задачі проводити самостійно та в команді наукові дослідження фізичних систем, явищ і процесів (експериментальні, теоретичні, комп'ютерне моделювання) в галузі прикладної фізики та наноматеріалів

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати: що це за наука біосенсорика, на основі яких спеціальностей вона створена, класифікацію біосенсорів, їхні принципи функціонування, різні типи електрохімічних перетворювачів та біоселективних елементів	лекції	Модульна робота	20%
1.2	Знати: класифікацію біоселективних елементів та методи іммобілізації біоелективного матеріалу, сучасні матеріали та технології, приклади ферментних біосенсорів, мультисенсорів та варіанти використання, приклади комерційного використання	лекції	Модульна робота	20%
2.1	Вміти: самостійно іммобілізувати ферменти та інші біологічні молекули на поверхнях оптичних та електрохімічних перетворювачів, створювати найпростіші лабораторні прототипи біосенсорів	практичні заняття	Модульна робота	20%
3.1	Комунікація: в зв'язку з мультидисциплінарністю предмету необхідно знати, з якими спеціалістами потрібно зв'язуватись для успішного вирішення задач, що виникають в процесі роботи.	лекції та практичні заняття		10%
4.1	Прийняти обґрунтоване рішення щодо використання відповідного методу для вирішення реальних практичних задач	лекції та практичні заняття		30%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	2.1	3.1	4.1
Програмні результати навчання					
ПР01. Володіти поглибленим рівнем знань у прикладній фізиці, наноматеріалознавстві, високих технологіях та споріднених областях, включаючи методики проведення експериментів і технології отримання наноматеріалів, рівень цих знань повинен бути достатнім для проведення наукових досліджень на рівні останніх світових досягнень і направленим на їх розширення та поглиблення.	+	+	+	+	
ПР03. Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних джерел, в тому числі з використанням сучасних пошукових систем.		+	+	+	+
ПР06. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота: - РН 1.1. - 20 балів.
2. Модульна контрольна робота: - РН 1.2. - 20 балів.
3. Модульна контрольна робота: - РН 2.1. - 20 балів.

Участь всіх студентів в контрольному заході обов'язкова. Студент, який з поважної причини пропустив модульну контрольну роботу, зобов'язаний надати відповідний документ і викладач призначає нову дату проведення контрольної роботи.

Під час лекцій запланована додаткова усна перевірка знань та підготовки студентів у якості блиц опитування. Відповідь на кожне коротке запитання оцінюватиметься як 1-2 бали, в залежності від глибини відповіді.

Самостійна підготовка студентом невеликої доповіді (7-10 хв) з використанням презентацій, оцінюватиметься максимум в 5 балів. Предметом самостійної роботи студентів є опрацювання ними ж окремих тем програми курсу «Сучасні аспекти створення та практичного застосування біосенсорів» в цілому, так і деяких розділів тем, підготовка матеріалів з наукових публікацій по важливих проблемах даної дисципліни у вигляді реферату.

Самостійна робота студента є основним видом засвоєння навчального матеріалу у вільний від аудиторних занять час. Метою самостійної роботи є вироблення студентами навичок і вміння працювати з літературою, віднаходити головні, вузлові аспекти проблем, що потребують твердого засвоєння, здатності визначити свою позицію щодо дискусійних ідей чи концепцій і аргументовано її обґрунтувати.

Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом (60 балів за модульні роботи та 10 балів за активну участь в заняттях протягом семестру по 100-бальній шкалі).

- підсумкове оцінювання:

Підсумковий контроль знань студентів з курсу «Сучасні аспекти створення та практичного застосування біосенсорів» проводиться у формі письмового екзамену. Екзаменаційний тест містить 3 запитання, кожне з яких оцінюється від 0 до 10 балів.

Критерії оцінювання:

- повна лаконічна відповідь - 9-10 балів;
- неповна відповідь - 4-8 бали;
- незадовільна відповідь - 0-3 балів

Студент, який дав чітку вірну відповідь на всі (або окремі) питання залікового білету, додає у свій актив певну суму балів, яка додається до балів, набраних студентом за результатами поточного контролю. Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 42 бали

Оцінювання	Min	Max
Семестрове оцінювання	42	70
Підсумкове оцінювання	18	30
Всього	60	100

7.2 Організація оцінювання:

У кінці кожного з блоків навчання після завершення вивчення тем проводиться письмова модульна контрольна робота. Контрольна робота спрямована на визначення рівня знань студентами матеріалів лекцій за проведений блок.

Протягом семестру студенти виконують лабораторні роботи, після закінчення яких проводиться письмова модульна контрольна робота.

Для студентів, які упродовж семестру не досягли мінімального рубіжного рівня оцінки (42 бала), для одержання допуску до іспиту обов'язковим є виконання додаткових завдань.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійна робота
Частина 1 Теоретичне навчання				
1	Вступ. Тема 1 Вступ до біосенсорики. Класифікація. Історія розвитку. Типи біоселективних елементів та перетворювачів. Методи іммобілізації біологічних молекул. Основні робочі характеристики біосенсорів. Переваги та недоліки.	2		4
2	Тема 2. Матеріали та технології створення біосенсорів. Матеріали для створення електрохімічних перетворювачів (амперметричних, кондуктометричних та потенціометричних).	2		4
3	Тема 3. Принципи та методи іммобілізації біологічного матеріалу. Матеріали-носії, що використовуються для іммобілізації біологічного матеріалу. Бі- та поліфункціональні зшиваючі агенти. Методи іммобілізації біологічного матеріалу. Методи нанесення біоселективних мембран.	2		4
4	Тема 4. Типи біоселективних елементів біосенсорів. Каталітичного типу: на основі іммобілізованих ферментів, мікроорганізмів, кусочків живої тканини, мітохондрій для прямого аналізу субстратів. Ферментні біосенсори для інгібіторного аналізу токсичних речовин.	2		4
5	Тема 5. Типи біоселективних елементів біосенсорів. Аффінного типу: на основі іммобілізованих компонентів імунохімічної реакції (антитіл та антигенів), рецепторів, нуклеїнових кислот, біоміміків.	2		4
6	1-ша модульна контрольна робота		2	4
7	Тема 6. Робочі характеристики біосенсорів та шляхи їх покращення. Біосенсори разового використання та багаторазового. Час відгуку. Час відновлення біосенсора. Час аналізу. Чутливість. Діапазон визначення. Стабільність біоселективних елементів. Операційна стабільність та стабільність при зберіганні. Матеріали-стабілізатори, що використовуються для стабілізації біологічних молекул при іммобілізації.	2		4
8	Тема 7. Робочі характеристики біосенсорів та шляхи їх покращення. Селективність. Точність. Відтворюваність відгуку. Залежність від іонної сили, рН і буферної ємності. Використання додаткових мембран. Створення біосенсорів складної архітектури.	2		4
9	Тема 8. Біосенсори для використання в медицині, <i>in vitro</i> та <i>in vivo</i> , труднощі, що виникають при біосенсорному аналізі біологічних рідин, шляхи їх вирішення.	2		4
10	Тема 9. Мультисенсорні системи та мультиферментні масиви.	2		4
11	Тема 10. Комерційні варіанти систем на основі приладів біомолекулярної електроніки	2		4
12	2-га модульна контрольна робота		2	4
Частина 2 Практичне навчання				
13	Тема 11. Кондуктометричний ферментний біосенсор для визначення сахарози в розчині		2	4
14	Тема 12. Амперометричний ферментний біосенсор на основі платинового дискового електрода для визначення концентрації глюкози		2	4
15	3-а модульна контрольна робота		2	4

ВСЬОГО	20	10	60
---------------	-----------	-----------	-----------

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – **20 год.**

Практичні заняття - **10 год.**

Самостійна робота - **60 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основна:

1. Дзядевич С.В., Солдаткін О.П. Наукові та технологічні засади створення мініатюрних електрохімічних біосенсорів. / Київ: Наукова думка.– 2006.– 255с.
2. Бєлих І.А., Клещев М.Ф. Біологічні та хімічні сенсорні системи. / Харків: НТУ «ХП».- 2011.- 143 с.
3. Войтович І.Д., Корсунський В.М. Інтелектуальні сенсори / редакційно-видавничий відділ з поліграфічною дільницею Інституту кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України, 2007.– 514 с.
4. Eggins B.R. Chemical sensors and biosensors. / John Willey and Sons, LTD, 1998.
5. Encyclopedia of Sensors, Ed. C.A.Grimes, E.C.Dickey, M.V.Pishko, American Scientific Publisher, California, USA, 2006, V. 7, P.331-339.
6. Лєпїх Я.І., Гордїєнко Ю.О., Дзядевич С.В., Дружинїн А.О., Євтух А.А., Ленков С.В., Мельник В.Г., Проценко В.О. Романов В.О. Інтелектуальні вимірювальні системи на основі мікроелектронних датчиків нового покоління / Одеса: Астропринт.- 2011.-352 с.
7. Кондуктометричний ферментний біосенсор для визначення сахарози в розчині: методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи / В. М. Пєшкова, О. Є. Дудченко, С. В. Дзядевич. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2018. – 27 с.
8. Амперометричний ферментний біосенсор на основі платинового дискового електрода для визначення концентрацій глюкози: методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи / О. О. Солдаткін, Д. Ю. Кучеренко, Л.В.Шкотова, С. В. Дзядевич, О. П. Солдаткін. – К. : "Київський університет", 2018. – 23 с.

Додаткова:

1. Dzyadevych S.V., Soldatkin A.P. Solid-state electrochemical enzyme biosensors / Київ: Академперіодика.– 2008.– 223с.
2. Coulet P.R. What is biosensor // Biosensor principles and application / Eds. L.J.Blum, P.R.Coulet. – New York: Marcel Dekker, 1991. – 1-6.
3. Yu Lei, Wilfred Chen and Ashok Mulchandani Microbial biosensors //Analytica Chimica Acta, 2006, V. 568, # 1-2, P. 200-210.
4. Lindy Murphy Biosensors and bioelectrochemistry // Current Opinion in Chemical Biology, 2006. –V.10, #2, P. 177-184.
5. Silvana Andreescu and Jean-Louis Marty Twenty years research in cholinesterase biosensors: From basic research to practical applications // Biomolecular Engineering. - 2006. – V. 23, # 1, P. 1-15.
6. Aziz Amine, Hasna Mohammadi, Ilhame Bourais and Giuseppe Palleschi Enzyme inhibition-based biosensors for food safety and environmental monitoring // Biosensors and Bioelectronics. - 2006, V. 21, # 8, , P.1405-1423.

1. **Додаткові ресурси:** немає.